Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Gießen.
Direktor: Geh. Med.-Rat Professor Dr. Geppert.

Lane Medical Library

Ueber die Wasseraufnahme der Fette.

DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät

der

Hessischen Ludwigs-Universität zu Giessen

vorgelegt von

Kurt Lehrmann

aus Althaldensleben.

Giessen 1927

Druckerei Albin Klein in Giessen
vorm. Wilh. Keller, gegr. 1783

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

Referent: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Geppert.

Es ist bekannt, daß eine große Zahl fester Fette im Stande ist, Wasser aufzunehmen. So darf die Butter 12% Wasser enthalten. Ebenso ist bekannt, daß das Schweinefett, mit Wasser verrührt, dies aufnimmt. Die Aufnahmefähigkeit wird im allgemeinen mit mindestens 10% angenommen.

Von derartigen Fähigkeiten der Fette wird bei Darstellung von Salben bekanntermaßen Gebrauch gemacht. So z. B. besteht das Unguentum Kalii jodati der Pharmakopoe aus 165 Teilen Schweineschmalz und 15 Teilen Wasser (in dem 20 g Jodkalium gelöst sind). Wie sich die Fette, abgesehen von Schweinefett, verhalten, ist nicht so bekannt.

Immer war bei der Wasseraufnahme der Fette die Bedingung, daß dieselben mit Wasser energisch verrührt werden, so daß eine Art Emulsion von Wasser in Fett stattfindet. Die Frage, ob auch eine freiwillige Aufnahme des Wassers in Fett stattfindet, ist, soweit bekannt, bisher noch nicht untersucht, und doch hätte sie ein fragloses Interesse. Denn wenn die Fette von selbst Wasser annehmen, ohne mechanische Einwirkung, so ist das wohl als eine Art Adsorptionserscheinung zwischen diesen beiden Substanzen aufzufassen. Bei einer solchen Untersuchung wäre es von Wichtigkeit, auch gefärbtes Wasser anwenden zu können, weil dann die Adsorption des Wassers schärfer sichtbar werden würde. Aus den dargelegten Erwägungen ergibt sich der Plan meiner Arbeit.

Mit jedem Fett, das zur Untersuchung herangezogen wurde, wurden 3, resp. 4 Reihen von Versuchen angestellt.

Erst wurde das Fett in dünner Schicht auf Objektträger ausgestrichen und in Wasser gestellt. Und zwar wurde stets nur die Hälfte des Aufstrichs in Wasser versenkt, damit Gegensätze im Verhalten der unteren und oberen Hälfte der Fettschicht klar sichtbar wurden.

Dann wurde eine solche Fettschicht auf einem Objektträger mit einem anderen zweiten Objektträger verrieben und über eine schwache Flamme gehalten, so daß das Fett schmolz. Jetzt wurden beide Objektträger von einander gezogen und erkalten gelassen. Alsdann wird wieder der Objektträger zur Hälfte in Wasser gestellt; hier wurde also frisch geschmolzenes Fett verwandt, das mit der Oberfläche, die sich beim Schmelzen und Erkalten bildete, in das Wasser eingetaucht wurde.

Zur Untersuchung etwaiger Färbung wurde Kristallviolettlösung (1%) und Patentblaulösung (1%) angewandt, im übrigen verfahren, wie soeben beschrieben.

Außerdem wurden durch Verrühren des Fettes mit Wasser und Farbstofflösungen die bekannten Emulsionen von Wasser in Fett erzeugt. Jedesmal wurde solange verrührt, bis sich größere Tropfen abschieden. Es sei hier gleich hinzugefügt, daß diese Verreibungen ein in allen Teilen sehr gleichmäßiges Resultat ergaben (außer bei der Butter), auch wenn das Wasser bis zur Grenze zugesetzt war. Zum Nachweis wurden zu einer gewogenen Menge Schweineschmalz unter stetigem Umrühren gemessene Mengen einer Jodkaliumlösung zugesetzt, die in 1 ccm 1 mg Jod enthielt. Aufgenommen wurden von 28 g Schweinefett 17 ccm Jodkalilösung und der Jodgehalt folgendermaßen bestimmt: Es wurden 1,00 g dieser Substanz scharf abgewogen; sie wurden mit 5 ccm einer 10prozentigen Kalilauge versetzt und hierauf das Ganze in einer Nickelschale erhitzt bis zum Verkohlen. Jetzt wurde mehrere Male Wasser zugesetzt und immer wieder zum Verkohlen eingedampft, bis die resultierende Asche grau-weiß erschien. Die Nickelschale wurde mit 30 ccm Aq. dest. aufgekocht und dies nach dem Erkalten in ein Becherglas gegossen. Auswaschung der Nickelschale mit 10 ccm verdünnter Schwefelsäure mittels eines Gummiwischers. Die Schwefelsäure mit dem Rest der Kohle wurde ebenfalls in das Becherglas gegossen. Nochmalige Nachspülung der Nickelschale mit Aq. dest. Die so erhaltene Flüssigkeit wird durch ein Nutschenfilter mit der Wasserstrahlpumpe abgesogen. Das Filter wird mit Aq. dest. nachgewaschen und das Filtrat im Scheidetrichter mit verdünnter Schwefelsäure und Kaliumnitrit (2%) versetzt und mit Schwefelkohlenstoff ausgeschüttelt. Der Schwefelkohlenstoff ist frisch destilliert und farblos. Der abgezogene Schwefelkohlenstoff wird mit Wasser ausgeschüttelt

und mit $^1/_{127}$ n. Natriumthiosulfat titriert. Es ergaben sich 3,5 mg Jod, anstatt 3,7 mg. Demnach war in der Tat die Mischung ausreichend verläßlich.

Weiterhin wurden dann bei den Fetten, die mit Farbstofflösungen verrieben wurden, Bestimmungen des aufgenommenen Farbstoffs ausgeführt. Zu dem Zweck wird die abgewogene Fettmenge mit Farbstofflösung verrieben, die aus einer Bürette langsam zutropft. Ist das Fett gesättigt, so werden genau 2,0 g der Mischung in einem Becherglas abgewogen und mit Alkohol extrahiert. Das Becherglas wird in heißem Wasser erwärmt. Ist das Fett annähernd farblos, so wird der Alkohol abgegossen und eine zweite Extraktion mit kleinen Mengen Alkohol vorgenommen. Zeigt der Alkohol nur noch schwache Färbung, so ist eine weitere Behandlung nicht mehr erforderlich und der Alkohol wird zu dem der ersten Extraktion hinzugefügt. Beim Erkalten wird der Alkohol etwas trübe, doch genügt einfache Filtration durch Filtrierpapier, ihn zu klären. Alsdann wird die Menge des Alkohols bestimmt und seine Färbung mit der ursprünglichen Lösung verglichen. Zu dem Zweck wurden 0,1 ccm der ursprünglichen Lösung abgemessen und mit Alkohol so lange versetzt, bis die Lösung bei durchfallendem Lichte die gleiche Färbung hat, wie die Probe. Die kolorimetrische Bestimmung wird so ausgeführt, daß jede Lösung in einen Farbtopf gegossen und bei durchfallendem Lichte betrachtet wird. Die beiden verwandten Farbtöpfe sind von gleichem Durchmesser.

Die Verdünnung der aus 0,1 ccm hergestellten Probe ergibt alsdann die Menge des in der extrahierten Farblösung befindlichen Farbstoffs. Es seien z. B. 50 ccm Alkohol aus der Extraktion vorhanden, und es seien 0,1 ccm der Farblösung mit 25 ccm Alkohol versetzt, um denselben Farbton zu ergeben. Dann würden sich in den 50 ccm der extrahierten Farblösung 0,2 ccm der ursprünglichen Farblösung befinden. Ich füge von vornherein hinzu, daß eine freiwillige Aufnahme von Farbstofflösung (d. h. also ohne Verrührung) nur bei Krystallviolett eintrat.

Ich gehe nunmehr über zu den Resultaten, die ich mit den verschiedenen Fetten erhielt.

Zuerst führe ich die Versuche an, bei welchem das Fett in dünner Schicht auf Objektträger ausgestrichen und in Was-

ser oder Farblösung eingesetzt war. Die wesentlichsten Feststellung wurden nach 24 Stunden und 48 Stunden vorgenommen.

Schweinefett war in Wasser nach 24 Stunden sehr deutlich getrübt. Die Trübung nahm in den folgenden 24 Stunden noch zu. Späterhin entstanden überall kleinere und größere Löcher im Fett, wobei dasselbe sich auf den Rand dieser Löcher zurückgezogen hat. Bei stärkerem Anspritzen mit der Spritzflasche (nach mehreren Tagen) löst sich das Fett von der Unterlage ab. Die in Farbstofflösung getauchte Probe hat nach 24 Stunden bereits deutlich Färbung angenommen. Doch treten Ablösungserscheinungen nicht auf.

Die aus geschmolzenem Fett hergestellte Probe zeigt nach Verlauf von 24 Stunden nur geringe Trübung, die sich in den nächsten Tagen etwas vermehrt, und zwar ist die Trübung bei Betrachtung eines Gegenstandes (z. B. eines Fensterkreuzes) durch das Fett hindurch durchaus deutlich gegenüber dem oberen Teil der Probe, der nicht im Wasser gelegen hatte. Die Färbung war nach 24 Stunden zunächst ziemlich schwach und wurde im Verlauf einiger Tage etwas stärker.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß Schweinefett beim Stehen in Wasser dasselbe aufnimmt, und zwar trat dies am deutlichsten bei der ersten (einfach ausgestrichenen) Probe hervor, bei der als Folge derselben auch ein schlechteres Haften des Fettes am Glase zu konstatieren war.

Die Aufnahmefähigkeit des Schweinefettes beim Verrühren mit Wasser ergab folgendes:

28,0 g Schweinefett nahmen beim Verrühren 6,3 ccm Wasser auf, das würde entsprechen 22,75%.

Beim Verrühren mit Farblösung wurden auf die gleiche Menge Schweinefett 5,6 ccm Lösung gebraucht, entsprechend 20%. 2,0 g dieser Mischung ergaben, mit Alkohol extrahiert, eine Farblösung entsprechend 0,10 ccm Farblösung in 12 ccm Alkohol gegenüber 39 ccm Alkohol aus der Extraktion. Es wären 0,32 ccm Farblösung enthalten in 2,0 g. Nun sollten nach dem Resultat der Verrührung 2,0 g enthalten 0,33 ccm Farblösung. Demnach steht das Gefundene zum Angewandten im Verhältnis von 97 zu 100.

Ich gehe nunmehr zu den Versuchen mit Rindertalg über.

Die kalt ausgestrichene Probe des Rindertalges trübte sich binnen 24 Stunden in Wasser stark. Die Trübung nahm in den nächsten Tagen nicht wesentlich zu.

Ebenso erwies sich die Farbstoffaufnahme des Kristallviolett als stark und nahm in den folgenden Tagen noch etwas zu. Die geschmolzene Probe zeigte sehr viel schwächere Trübung, aber deutliche Färbung.

Die gleichen Proben wurden dann noch in einem Wärmeschrank von 30° angesetzt; hier trübten sich beide Proben in 24 Stunden intensiv. Nach einigen Tagen löste sich die geschmolzene Probe in kleinen Stücken ab, die andere Probe löste sich auf Anspritzen größtenteils ebenfalls leicht ab.

In Krystallviolett nahmen beide Proben intensiv Farbe an.

Man kann dahin zusammenfassen, daß Rindertalg bei Zimmertemperatur freiwillig sehr nachweisbare Quantitäten von Wasser aufnimmt, die sich bei 30° noch sehr erheblich steigern.

Das Haften des Fettes läßt unter diesen Umständen erheblich nach.

Rindertalg läßt sich bei seiner Starrheit bei Zimmertemperatur nicht ohne weiteres mit Wasser verreiben, infolgedessen wurde ein Quantum einen Tag lang in den Wärmeofen von 30° gestellt und dann mit Wasser, respektive Farbstofflösung, verrieben. Es ergaben sich folgende Resultate:

28,0 g Rindertalg nahmen beim Verrühren 6,5 ccm Wasser auf, das würde entsprechen nahezu 23%.

Beim Verrühren mit der Farblösung wurden auf ebenfalls 28 g Rindertalg 12 ccm der Lösung verbraucht bis zur Sättigung. Entsprechen würde dies einem Gehalt von etwa 43%. 2,0 g dieser Mischung ergaben, mit Alkohol extrahiert, eine Farblösung entsprechend 0,10 ccm in 10 ccm Alkohol gegenüber 42 ccm Alkohol aus der Extraktion. Nach dem vorhin festgestellten Ergebnis bei der Verrührung sollten 2,0 g aber 0,60 g der Farblösung enthalten, gefunden wurden nur 0,42 g.

Demnach steht das Gefundene zum Angewandten im Verhältnis von etwa 70 : 100. Als Resultat ergibt sich, daß Rindertalg bei 30° nach Verreibung sehr erhebliche Quantitäten Wasser aufnimmt, nämlich 23%. Es stimmt also auch hier das Resultat der freiwilligen Wasseraufnahme mit dem der Verreibung insofern überein, als auch die freiwillige Aufnahme eine sehr bedeutende war.

Ich gehe nunmehr zu den Versuchen mit Hammeltalg über.

Die Versuche gestalteten sich folgendermaßen: Nach 24 Stunden war in den kalt ausgestrichenen Proben deutliche Trübung, respektive Farbaufnahme des Krystallvioletts, wahrzunehmen. Die Trübung nahm in den nächsten Tagen noch etwas zu, ebenso die Färbung.

Die geschmolzene Probe dagegen trübte sich schwach, während die Farbaufnahme relativ stark war; ein Resultat, das sich in den nächsten Tagen nur wenig änderte. Bei 30^0 trübten, resp. färbten sich beide Proben, namentlich die geschmolzene, stark. Die geschmolzene Probe löste sich nach einigen Tagen teilweise von selbst ab. Beim Anspritzen wurde ein großer Teil des Restes abgespült. Die andere Probe ergab ein ähnliches, aber etwas schwächeres Resultat, Die Färbung war an beiden sehr deutlich, jedoch war eine Ablösung nicht zu konstatieren.

Für die Verrührung wurde der Hammeltalg ebenfalls 24 Stunden auf 30^0 im Wärmeschrank erwärmt, und alsdann mit Wasser verrührt. Es wurden aufgenommen von 30 g Fett 6,5 ccm Wasser (beinahe 22%). Von Farbstofflösung wurde noch erheblich mehr aufgenommen, nämlich 9,5 ccm = 32%. Der Auszug mit Alkohol ergab folgende Resultate: zu 0,10 ccm Farblösung mußten 25 ccm Alkohol zugesetzt werden, damit sich im durchfallenden Licht der gleiche Farbton ergab wie 92 ccm Alkohol aus der Extraktion von 2,0 g des mit Farblösung verrührten Hammelfettes. Mithin sind in diesen 2,0 g enthalten 0,37 ccm. Nach dem Resultat der Verrührung sollten aber 0,48 g darin enthalten sein. Es wäre also das Verhältnis vom Gefundenen zum Angewandten etwa 78 : 100.

Danach nimmt der Hammeltalg beim Verreiben ziemlich große Mengen Wasser auf. Es stimmt auch hier das Ergebnis der Verrührung und freiwilligen Aufnahme überein.

Ich gehe nunmehr über zu den Versuchen mit Palmin. Nach 24 Stunden war die Trübung bei der ausgestrichenen Probe außerordentlich schwach und zeigte auch in den folgenden Tagen keine wesentlichen Veränderungen. Ebenso war die Farbstoffaufnahme sehr gering. Im Mikroskop konnte man eine mäßige Anzahl feiner gefärbter Tröpfchen sehen. Die erwärmte Probe ergab binnen 24 Stunden keine sichtbare Trübung, die sich in den nächsten Tagen auch nicht deutlich vermehrte.

Die Färbung war in den ersten 24 Stunden sehr schwach, nahm aber dann an Intensität zu. Da Palmin direkt bei seiner Härte nicht mit Wasser verrieben werden kann, wurde es geschmolzen, was bei sehr geringer Temperatur möglich war (Schmelzpunkt 25°). Dann wurde während des Erstarrens die Verreibung mit Wasser eingeleitet.

Zunächst nahmen 30 g Palmin 14 ccm Wasser auf, doch wurden hiervon beim endgültigen Festwerden wieder 7 ccm abgegeben.

Es resultierte also als äußerst mögliche Wasseraufnahme 46,6% und als definitive Wasseraufnahme 23,3%.

Wenn bei diesem Versuch freiwillige Wasseraufnahme und Aufnahme durch Verrühren nicht miteinander übereinstimmen, so hat dies seinen Grund darin, daß die Verreibung während des Festwerdens ausgeführt wurde, bei der freiwilligen Aufnahme aber das Palmin entweder von vornherein fest, oder nach dem Schmelzen vollkommen erstarrt war. Die Zeit beim Erstarren zwischen flüssigem Zustand und vollkommener Erstarrung ist aber bei geringen Palminmengen so unbedeutend, daß ein der Verreibung analoger Versuch mit freiwilliger Aufnahme ziemlich aussichtslos erschien.

Das letzte Fett, das ich auf seine Wasseraufnahme hin untersucht habe, war die Butter.

Verwandt wurde eine sehr gute, salzfreie Süßrahmbutter, die durch vorsichtiges Erhitzen in der üblichen Weise möglichst von Wasser befreit war.

Die freiwillige Aufnahme ergab starke Trübung, sowohl bei der direkt ausgestrichenen, als auch bei der vorher erwärmten Probe.

Die Färbungen waren zwar deutlich, aber nicht so intensiv, wie man nach der Trübung hätte erwarten können.

Die Butter wurde auch mit Wasser einerseits und mit Farblösung andererseits verrührt und die Bestimmung der aufgenommenen Menge von Farbflüssigkeit vorgenommen.

In 30,0 g Butter wurden 45 ccm Wasser verrieben, was 150% entsprechen würde. Von der Farbstofflösung ließ sich in diesem Falle genau die gleiche Menge verarbeiten.

Für die Bestimmung der in 2 g der eben erwähnten Substanz enthaltenen Farbstoffmenge seien folgende Zahlen genannt:

72 ccm Alkohol aus der Extraktion entsprechen 0,10 ccm Farblösung verdünnt mit 8 ccm Alkohol.

In 2,0 g demnach 0,9 ccm Farblösung. Nach dem Resultat der Verrührung aber 1,2 ccm. Das Verhältnis vom Gefundenen zum Angewandten also 75 : 100.

Ueberblickt man die Resultate, so ergibt sich zunächst, daß beim Verrühren mit Wasser sämtliche Fette bedeutende Mengen Wasser aufnahmen. Allerdings mußte Rindertalg und Hammeltalg auf 30° erwärmt werden, und Palmin mußte während des langsamen Erstarrens verarbeitet werden, da es bei normaler Temperatur zu hart ist. Im ganzen ergibt sich, daß sämtliche Fette mindestens 20% Wasser bei der Verrührung aufnehmen. Nur die Butter nahm 150% auf. Bei der Wasseraufnahme wurden die Fette weicher und das Haften an der Unterlage ließ erheblich nach.

Etwas kompliziert gestaltete sich die Aufnahme der Farblösungen. Zunächst nahm das Fett freiwillig nur Kristallviolett, den basischen Farbstoff, nicht aber Patentblau, den sauren Farbstoff auf. Ferner verloren sämtliche mit Farbstoff verrührte Fette an der Oberfläche im Laufe von Stunden ihre Farbe, während tiefer liegende Schichten sie behielten. Dem entspricht, daß auch sonst Kristallviolett in Lösung in dünner Schicht an der Luft farblos wird. Ebenso wird eine wässerige Lösung von Kristallviolett, die mit einem Fette (z. B. Palmin) wochenlang steht, farblos. Offenbar wird der Farbstoff an der Luft oxydiert.

Bei Schweineschmalz ließ sich die hineingearbeitete Farbstoffmenge genau wiederfinden (0,33 ccm waren angewandt, 0,32 ccm wurden gefunden). Bei Butter war die Differenz größer (1,2 ccm angewandt, 0,9 ccm gefunden).

Bei Rinder- und Hammeltalg ergaben sich sehr ähnliche Verhältnisse (bei Rindertalg 0,6 ccm angewandt, 0,42 ccm gefunden; bei Hammeltalg 0,48 angewandt, 0,37 gefunden).

Wie ersichtlich, wurde der hineinverarbeitete Farbstoff teilweise ganz, zum mindesten aber zu 70% wieder gefunden.

Als wesentlichstes Ergebnis der Arbeit ist festzustellen, daß alle untersuchten Fette, falls sie unter geeigneten Verhältnissen mit Wasser verrührt werden, sehr erhebliche Mengen desselben, nämlich über 20% aufnehmen können; Butter nimmt erheblich mehr auf, nämlich 150%. Bei allen Fetten ist freiwillige Wasser-

aufnahme (ohne Verrührung) nachweisbar, am stärksten bei Butter, am schwächsten bei Palmin.

*

Zum Schluß meiner Arbeit erlaube ich mir, Herrn Geh. Medizinalrat Professor Dr. Geppert meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Als Sohn des praktischen Arztes Dr. med A. Lehrmann wurde ich, August Heinrich Georg Kurt Lehrmann, am 4. November 1901 in Althaldensleben, Bez. Magdeburg, geboren.

Von Ostern 1908 bis Ostern 1911 genoss ich Privatunterricht, wurde Ostern 1911 in die Sexta des humanistischen Gymnasiums in Neuhaldensleben aufgenommen, wo ich im September 1921 die Reifeprüfung bestand. Ich verließ die Schule, um Landwirt zu werden. Bis April 1922 widmete ich mich praktischer landwirtschaftlicher Tätigkeit.

Im S.-S. 1922 bezog ich die Universität Leipzig, um Medizin zu studieren. Meine Studien setzte ich später in Greifswald, Jena, Halle und zuletzt in Gießen fort. Das medizinische Staatsexamen bestand ich am 25. Mai 1927 in Gießen. Am 1. August 1927 habe ich das praktische Jahr als Medizinalpraktikant an der Medizinischen Universitäts-Klinik zu Gießen begonnen.